

## 원격검침용 전자식 전력량계 통신 프로토콜 개발에 관한 연구

\*장문종, 유인협, 현덕화, 이재희  
한국전력공사 전력연구원, \*\*한국전력공사

### A Study on the Development of Communication Protocol of Electric Power Meter for Remote Reading

M.J. Jang, Y.H. Ryu, D.H. Hyun, J.H. Lee  
\*KEPRI, \*\*KEPCO

**Abstract** - In this paper, we propose a new communication protocol for remote metering in electric power meters, also define necessary functions for it. The new protocol is based on the international metering protocol, IEC 1107, 62056, DNP 3.0. This protocol has 4-layered architecture, which has physical, data link, lower application, and upper application layers. For each layer, definitions and detailed functions are introduced. The protocol will be used for communication between the meters and the metering computer(or AMR system). KEPCO (Korea Electric Power Corporation) plans to adopt this protocol as a part of a new metering standard for electric power meters.

## 2. 본 론

### 2.1 전자식 전력량계 통신프로토콜 설계

계기의 통신프로토콜은 검침 데이터 교환을 위한 전용 규격인 IEC 1107과 62056-31, 62056-41, 62056-51, DNP 3.0을 참조하여 설계하였다.

계층별 구조로 보면 OSI의 참조모델을 따르나, 검침 데이터 전송에 직접적으로 필요한 물리계층, 데이터링크계층, 하위응용계층, 상위응용계층의 4개 계층으로 되어 있다.

통신프로토콜을 설계하면서 ISO 646(1991), ISO 1155(1978), ISO 1177(1985), ISO 1745(1975), ISO/IEC 7480(1991), ISO/IEC 7498-1(1994), ITU-T V.24/V.28 등 표준 통신규격을 참조하였다.

## 1. 서 론

원격검침(Automatic Meter Reading, AMR) 시스템은 원격지에서 통신망을 통하여 수용가에 설치된 전력, 가스, 수도 등 계량기로부터 자동으로 검침데이터를 읽어들이어 요금을 계산하고, 고지서를 발부하여 각종 사용량의 자료집계와 이에 따른 효율적 관리가 가능한 시스템이다. 이 시스템을 통해 주기적으로 계량을 실시함으로써 계량의 정확도를 향상시키거나 부가적인 고객서비스를 제공할 수 있으며 고장 및 도전(盜電)과 같은 사고를 방지하는 등의 효과가 있다.

한국전력공사에서는 계약전력 5,000kW 이상 수용가를 대상으로 원격검침을 실시하고 있으며, 전력선통신망과 일반전화망, CATV망, 무선망을 기반으로 다양한 원격검침시스템을 시도해왔다. 그리고 계약전력 1,000kW 이상 수용가를 대상으로 원격검침 시스템을 확대 적용하여 추진 중에 있다.

그러나, 현재 고압 고객을 대상으로 시범 도입된 전자식 전력량계는 제조회사별로 통신규격이 서로 다르고 자사에서 개발한 검침프로그램으로 동작하기 때문에 제조회사별로 검침된 데이터에 대한 호환성이 없다. 이에 따라 시스템 장애요인의 증가, 유지보수의 어려움 및 시스템 구축비용의 증가와 같은 문제점이 발생할 여지가 많다. 또한 전자식 전력량계의 추가 도입시 기종이 상이할 경우 시스템의 S/W 변경이 필요하다.

이와 같은 문제점은 원격검침 시스템의 실용화 및 저압 수용가의 확대 보급에 장애요인이 되고 있으므로 계기의 통신프로토콜과 기능의 표준화가 시급하다. 따라서 공사 주도하에 전자식 전력량계의 한전 표준 통신 프로토콜 제정이 필요하며, 우선적으로 원격검침의 효과가 큰 3상 전자식 전력량계에 대하여 연구를 수행하였다.

본 논문에서는 원격검침을 위한 통신프로토콜을 설계하고 3상 전자식 전력량계의 데이터 구조와 표준기능을 정의하였다. 이 규격은 의견수렴과 보완을 통해 한국전력공사의 3상 전자식 전력량계의 표준규격 제정에 적용될 계획이다.

### 2.1.1 물리계층

물리계층은 8 data bits, 1 start bit, 1 stop bit, no parity bit, RS-232C 전압레벨과 제어신호를 제공하는 bit serial을 지향하는 비동기 물리계층이다.

물리계층에 접속하기 위하여 전자식 전력량계는 현장 접속용 포트(현장포트, Local Port)와 통신망을 통한 원격접속용 포트(원격포트, Remote Port)를 제공한다. 현장포트는 광을 이용한 인터페이스로 IEC 1107의 3.2항 규정에 따라 검침서버와 연결한다. 원격포트와 통신장치의 인터페이스는 ITU-T V.24 (EIA RS-232C)와 V.28 규정을 원칙으로 하고, 계기(DTE)는 DB-25 Male Connector를, 통신장치(DCE)는 DB-25 Female Connector를 사용하며 두 장치간의 TXD, RXD, RTS, CTS, DSR, GND, DCD, DTR 신호를 direct로 연결한다. 표준 전송속도는 2400, 4800, 9600, 19200, 38,400 bps로 구분하며, 초기 전송속도는 9,600 bps로 한다.

원격접속 통신장치는 교환회선 또는 비교환회선을 사용하여 통신을 하며, 계기는 원격포트가 교환회선용 통신장치와 연결되는지 비교환회선용 통신장치와 연결되는지 인식할 수 있어야 한다. 원격접속을 위한 통신망은 교환회선으로는 유선전화망과 무선전화망, 데이터망이 있으며, 비교환회선은 전용회선, CATV망, 전력선통신망, 이더넷(동축, Twist pair) 또는 호환성 있는 통신망을 사용할 수 있다.

### 2.1.2 데이터링크계층

데이터링크계층은 OSI 모델의 2계층에 해당하는 계층으로 상위계층에서 요구하는 서비스 기능을 받아서 전송 흐름을 제어하면서 해당 기능을 수행한다.

데이터링크계층은 ISO의 OSI 표준에 기술된 바와 같이 물리적 접속상에서 링크계층의 데이터나 전송정보를 제공한다. 또한, 링크상태와 같은 이벤트의 상태정보를 제공한다.

데이터링크계층의 메시지는 헤더와 데이터(Data Link Data Unit, DLDU), CRC로 구성되어 있다.

헤더필드는 시작(start, 2 octets)와 메시지 길이(LEN, 1 octets), 송신주소(Device Address, 1 octets, DA), 수신주소(Host Address, 1 octets, HA), 제어코드(Control Code, 1 octets, CC)로 구성되어 있다. 데이터는 0 바이트에서 최대 246 바이트까지 포함할 수 있다. 전송된 메시지의 여러 검사를 위해 16 비트 CRC를 추가한다.

또한, 계기와 서버의 보안성을 높이기 위하여 계기의 변수값 설정과 프로그램 다운로드 시에 인증절차를 거쳐야 한다. 인증을 수행할 경우 메시지 포맷은 인증에 필요한 필드를 포함한다.

· 데이터링크계층 메시지

DLH(11)	DLDU	CRC(2)
---------	------	--------

· 데이터링크계층 헤더 구성

START(2)	LEN(1)	DA(6)	HA(1)	CC(1)
----------	--------	-------	-------	-------

· 데이터링크계층 헤더 구성(인증)

START(2)	LEN(1)	DA(6)	HA(1)	CC(1)	AC1(2)	AC2(2)
----------	--------	-------	-------	-------	--------	--------

제어코드는 DIR과 PRM, FCB(RES), FCV(DFC), 기능 코드(function code)로 구성된 1 바이트의 필드로서, 메시지의 전송방향(Direction, DIR)과 형식, 흐름제어 정보를 정의한다.

7	6	5	4	3	2	1	0
DIR	PRM	FCB RES	FCV DFC	Function Code			

기능코드는 프레임의 종류를 구분하며, 여기에 정의되는 값은 계기와 서버에 따라 다르게 설정된다. <표 1>에서는 설계된 기능코드와 PRM, FCV 값들을 보여준다. <표 1>에서 정의되지 않은 기능코드는 후후 기능 확장을 위한 예비영역이다.

<표 1> 제어필드내의 Function Code 필드의 값

Primary Frame(PRM=1)			
Function Code	Function	Frame Type	FCV bit
0(0000)	RESET of remote link	SEND/CONFIRM	0
1(0001)	Authentication	SEND/CONFIRM	1
2(0010)	Test Function for Link	SEND/CONFIRM	1
3(0011)	User Data	SEND/CONFIRM	1
4(0100)	User Data	SEND/NO REPLY	0
9(1001)	Request Link Status	REQUEST/RESPOND	0
Secondary Frame(PRM=0)			
Function Code	Function	Frame Type	
0(0000)	ACK	CONFIRM	
1(0001)	NACK	CONFIRM	
2(0010)	AUTHentication Accept	CONFIRM	
3(0011)	AUTHentication Reject	CONFIRM	
11(1011)	Link Status	RESPOND	

2.1.3 하위응용계층(Lower Application Layer)

대량의 데이터를 전송할 때, 세션의 재설정 등의 문제를 해결하기 위해 하위응용계층에서 데이터의 분할과 조립을 담당한다. 하위응용계층의 메시지 구성은 <그림 3.1>과 같다.

· 하위응용계층 메시지 구성

Header (1 byte)	LADU (variable)
--------------------	--------------------

· 하위응용계층 메시지 헤더 구성

FIN	FIR	Seq6	Seq5	Seq4	Seq3	Seq2	Seq1
-----	-----	------	------	------	------	------	------

데이터링크계층의 LEN 필드에 포함되는 데이터링크계층과 응용계층의 헤더 총 길이는 13바이트이다. 따라서, 하나의 링크계층의 프레임에는 실제 순서데이터는 242바이트가 되고, 두 번째 프레임에는 최대 245바이트를 전송할 수 있다. 그러므로, 실제 보내는 데이터가 242바이트를 넘으면 응용 부계층에서 이를 분할/조립하게 된다. 인증명령을 사용할 경우, 인증기 값으로 16바이트가 사용되므로 최대 데이터길이는 226바이트가 된다.

2.1.4 상위응용계층(Upper Application Layer)

응용계층은 사용자 프로세스로부터 받은 데이터에 기능 정보와 제어정보를 실어 하위응용계층으로 전송하거나 하위응용계층으로부터 전송 받은 메시지를 사용자 프로세스에 제공하는 역할을 한다.

상위응용계층의 메시지는 사용 목적에 따라 메시지 헤더에 기능코드를 정의한다. 메시지는 요구(Request)와 응답(Response) 2 종류가 있다.

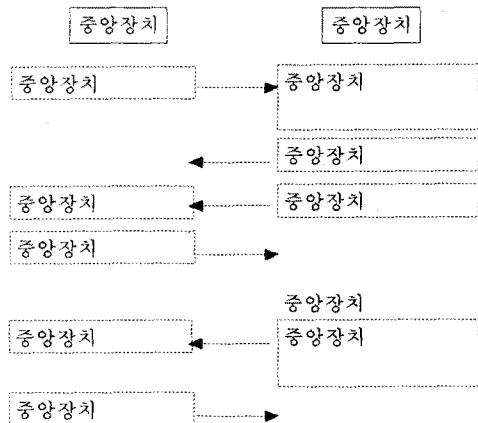
· 상위응용계층 요구(Request) 메시지 구성

ReqHeader (1byte)	ObjHeader (2bytes)	UADU (variable)
----------------------	-----------------------	--------------------

· 상위응용계층 응답(Response) 메시지 구성

ResHeader (1byte)	ObjHeader (2bytes)	UADU (variable)
----------------------	-----------------------	--------------------

검침서버와 계기간의 메시지 교환 방법은 "요구/응답(Request/Response)"과 "Unsolicited Response" 2 종류가 있다.



<그림 1> 상위응용계층 메시지 흐름도

메시지의 항목헤더(Object Header)는 메시지에 포함되는 데이터(UADU)를 해석하는 방법을 제공하기 위해 사용된다. 항목헤더의 구성은 요구나 응답 메시지가 동일하나 표현방법에 있어서는 요구하는 메시지와 응답하는 메시지가 서로 다를 수 있다.

· 상위응용계층 항목헤더 구성

Object Group (1 byte)	Main Item (4 bits)	Detail Item (4 bits)
--------------------------	-----------------------	-------------------------

2.2 전자식 전력량계 데이터 구조와 기능

전자식 전력량계에서 설계한 통신 프로토콜에 따라 메시지를 주고 받을 때 메시지는 원격검침에 필요한 각종 데이터가 포함되어야 한다. 서버와 계기에서 필요한 기능에 따라 데이터를 기능별로 구분하여 정의함으로써 원하는 데이터를 쉽게 접근할 수 있다.

데이터는 필요한 기능별로 계기설정그룹과 검침설정그룹, 요금설정그룹, 계기상태그룹, 검침데이터그룹, LP 데이터그룹으로 분류한다.

〈표 2〉 전자식 전력량계의 표준 데이터 구조

그룹	분류코드	주요 항목
계기설정	0x01FF	기기, LCD, LCD 출력항목, 모델 설정
검침설정	0x02FF	검침방법, LP 설정, 수요전력 설정
요금설정	0x03FF	TOU, 휴일, 일광절약 설정
계기상태	0x04FF	기본정보, 검침, 계기, 통신, 정전정보
검침데이터	0x05FF	현황 기준 전 6개월 검침데이터
LP데이터	0x06FF	기간별 LP 데이터

2.2.1 계기설정그룹

계기설정그룹은 기기설정, 디스플레이설정, 디스플레이출력항목, 모델설정 항목으로 구성되어 있다. 기기설정항목은 현재프로그램명과 예약프로그램명, 권한에 따른 비밀번호, 전력공급방식, 변성기배수, 계기상수, 필스폭 등을 포함한다. 디스플레이설정은 경고와 에러 표시 여부, 스크롤 시간, 데이터 포맷, 정상모드 자동복귀 시간, 빈칸채움 여부, 일자와 시각표시방식, 오류 발생 시 디스플레이 정지기능 등을 설정한다. 디스플레이출력항목은 정상모드와 선택모드, 시험모드에서 나타날 최대 30개까지 항목을 설정한다. 모델설정은 모델종류와 각 모델별 특성에 따라 필요한 정보들을 설정한다.

2.2.2 검침설정그룹

검침설정그룹은 검침방법과 LP, 수요전력 항목으로 구성되어 있다. 검침방법 설정항목은 검침시행조건과 정기검침일, 비정기검침일, 유효전력과 무효전력을 설정하며, LP 설정항목에서는 채널과 저장간격시간을 설정한다. 수요전력 설정항목은 수요간격과 보조수요시간, 수요지연시간, 지연가능 정전시간, 수요초과값 설정, 설정제한시간, EOI 출력시간간격, 수요전력복귀설정, 수요전력초기화후 특정경과일, 수요측정방식을 설정한다.

2.2.3 요금설정그룹

요금설정그룹은 TOU 설정과 휴일입력, 일광절약 항목으로 구성되어 있다. TOU 설정항목은 계절과 요일, 계절별 요일적용을 설정하고, 휴일입력 설정항목은 정기휴일과 비정기휴일을 설정한다. 일광절약 설정항목은 일광절약 기능 사용유무, 시작요일, 종료요일을 설정한다.

2.2.4 계기상태그룹

계기상태그룹은 계기의 상태정보를 가지고 있는 그룹으로 기본정보와 검침정보, 에러/이벤트 플래그, 계기정보, 통신속도, 정전정보 항목을 포함한다. 기본정보 항목은 계기 펌웨어(firmware) 버전과 계기 ID, 현재시간, 최초프로그램 설정일시, 현재프로그램 설정일시, 변경전 일시변경일시, 변경후 일시변경일시를 가지고 있다. 검침정보 항목은 현재 계절과 현재 요일구분, 현재 요율, 계약수요 초과기록, 계약수요 초과 회수, DR 발

생회수와 일시, 검침일시와 통신일시 이력정보를 보여준다. 에러와 이벤트 플래그 항목은 통신에러와 계기에러, 기타 에러 정보를 가지고 있다. 계기정보 항목은 계기에러와 복구에 관한 정보를 상세정보를 기록하며 발생회수도 가지고 있다. 통신속도는 현재의 광포트와 모델에서 설정된 속도를 표시한다. 정전정보 항목은 정전누적시간과 정전기록, 배터리 잔여기간과 교체일시에 관한 정보를 유지한다.

2.2.5 검침데이터그룹

검침데이터그룹은 6개월분의 검침데이터를 보관한다. 에너지와 수요전력, 누적수요전력, 연속누적수요전력, 최대수요발생일시, 최대연속누적수요발생일시, 수요전력발생역률1, 수요전력발생역률2, 평균역률1, 평균역률2, 이전시한수요전력, 최대수요전력발생이력 항목으로 구성되어 있다. 각 항목은 현재월을 기준으로 이전 6개월분의 정보를 보관한다.

2.2.6 LP 데이터그룹

LP 데이터그룹은 3개월분의 LP 데이터를 보관한다. 15분 LP 데이터와 1시간 LP 데이터, 하루 LP 데이터, 한주간 LP 데이터, 30일 LP 데이터, 90일 LP 데이터 항목을 포함한다. 각 항목은 4개의 채널에 대해서 각 기간별로 LP 정보를 기록하여 보관한다.

3. 결 론

본 논문에서는 한국전력공사에서 추진하는 원격검침시스템의 개발에 적합한 3상 전자식 전력량계의 통신프로토콜을 설계하였다. 검침전용규격인 IEC 1107과 62056, DNP를 기본으로 물리계층과 데이터링크계층, 하위응용계층, 상위응용계층으로 구분하여 각 계층별 역할과 기능을 정의하고 관련된 메시지 포맷을 설계하였다. 또한, 원격검침시 필요한 계기의 데이터 구조와 기능도 6개 그룹으로 분류하여 개발시 용이하도록 설계하였다.

본 논문에서 제안된 3상 전자식 전력량계용 통신프로토콜과 기능은 계기 개발자나 이용자의 의견수렴과정을 거쳐 한국전력공사의 계기 표준 제정시에 활용될 예정이며, 향후 한국전력공사에 도입되는 전력량계는 표준프로토콜과 기능의 준수를 의무화할 계획이다. 이 규격에 관한 개발자나 이용자의 지속적인 관심과 표준규격을 만족하는 전력량계를 사용하여 효율적인 원격검침 시스템의 구축과 원활한 운영을 기대한다.

(참 고 문 헌)

- [1] 이창근, "전자식 전력량계 적용과 원격검침", 대한전기학회 하계학술대회 논문집, B권, pp. 651-653, 1994
- [2] 박상서 역, "AMR : 검침자동화와 부수적인 이득효과", 한국전력공사 해외전력정보, No. 259, pp. 92-98, March, 1999
- [3] 한국전력공사 영동지점, "AMR 시범 시스템 구축결과 보고서", July, 1999
- [4] IEC, "IEC 1107 Data exchange for meter reading, tariff and load control - Direct local data exchange", March, 1996.
- [5] IEC, "IEC 62056-31 Electricity metering-Data exchange for meter reading, tariff and load control - Part 31: Use of local area networks on twisted pair with carrier signalling", 1999.
- [6] IEC, "IEC 62056-51 Electricity metering - Data exchange for meter reading, tariff and load control - Part 51: Application layer protocols", 1998.
- [7] W. Stallings, "Networking Standards", Addison Wesley, 1993